

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Marija Marić, apsolvent

Sveučilišni diplomski studij Ekološka poljoprivreda

MOGUĆNOST UPOTREBE SUDANSKE TRAVE U EKOLOŠKOM
RATARENJU

Diplomski rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Marija Marić, apsolvent

Sveučilišni diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**MOGUĆNOST UPOTREBE SUDANSKE TRAVE U EKOLOŠKOM
RATARENJU**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Danijel Jug, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Bojan Stipešević, mentor
3. Doc. dr. sc. Bojana Brozović, član

Osijek, 2019.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. BOTANIČKA KLASIFIKACIJA	2
2.1. MORFOLOŠKA SVOJSTVA SUDANSKE TRAVE.....	3
2.2. KEMIJSKI SASTAV SUDANSKE TRAVE.....	4
2.3. SORTE SUDANSKE TRAVE.....	6
2.4. HIBRIDNI SIRKA I SUDANSKE TRAVE	8
3. TEHNOLOGIJA UZGOJA SUDANSKE TRAVE	10
3.1. Obrada i priprema tla za sudansku travu	10
3.2. Gnojidba sudanske trave.....	10
3.3. Sjetva sudanske trave	11
3.4. Žetva sudanske trave	12
4. POSTRNI UZGOJ SUDANSKE TRAVE	14
5. SUDANSKA TRAVA ZA VOLUMINOZNU KRMU	15
5.1. Prinosi sudanske trave	17
6. UTJECAJ VISINE KOŠNJE NA PRINOS SUHE TVARI I HRANJIVOST SILAŽE HIBRIDA SIRKA I SUDANSKE TRAVE	20
7. SUDANSKA TRAVA ZA PROIZVODNJU BIOPLINA	22
8. ZAKLJUČAK	24
9. POPIS LITERATURE	25
10. SAŽETAK.....	29
11. SUMMARY	30
12. POPIS TABLICA.....	31
13. POPIS SLIKA	32
14. POPIS GRAFIKONA.....	33
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	34

1. UVOD

Sudanska trava (*Sorghumvulgare* var. *sudanense*) je biljna vrsta iz porodice trava (*Poaceae*), roda *Sorghum*. Jednogodišnja je jara vrsta koja se odlikuje visokom otpornošću na bolesti i štetočine te je pogodna za ekološku proizvodnju. Sudanska trava potječe iz Sudana po čemu je i dobila ime biljka je toplog i suhog klimata. Daje vrlo visoke prinose zelene mase i ima visoku energetska vrijednost suhe tvari. Ona voli tla bogata dušikom, fosforom i kalijem, vlažna, prozračna i plodna tla. S obzirom na to da jako isušuje tlo te nije dobra pretkultura kukuzu, stočnoj repi i jaroj pšenici, ali je zadovoljavajuća za krumpir, tikve i duhan. Sudanska trava je najrasprostranjenija jednogodišnja klasasta vrsta koja se uzgaja kao oranična krma biljka, što je uvjetovano, prije svega, visokom ekološkom otpornošću vrste, što omogućuje uzgajanje na mnogim tlima. Izvanredna otpornost na sušu i produktivnost također su neke od prednosti sudanske trave u odnosu na druge kulture što joj je također prednost u ekološkom uzgoju. (Erić i sur., 2004.). Sirak, sudanska trava i njihovi hibridi su jednogodišnje termofilne vrste trava koje se koriste za hranidbu domaćih životinja kao zelena krma ili konzervirana u obliku silaže, sjenaže (Stjepanović i sur, 2011.). Zbog izrazito visokog prinosa zelene mase, sudanska trava postaje izrazito zanimljiva kultura koja može zamijeniti kukuruz u bioplinskim postrojenjima. Osim izravne pogodnosti uzgoja sudanske trave za voluminoznu krmu, poznate su i neizravne: sudanska trava suzbija korove na tlu na kojem se uzgaja (Weston i sur., 1989.), suzbija biljne bolesti i fitoparazitskenematode (McGuire, 2003), skuplja mineralni dušik iz tla smanjujući gubitke ispiranjem, drenira zbijena tla te poboljšava kvalitetu tla uslijed velike količine organske tvari korijena koju ostavlja u tlu nakon vegetacije.

2. BOTANIČKA KLASIFIKACIJA

Sudanska trava (*Sorghumvulgare var. sudanense*) je biljna vrsta iz porodice trava (*Poaceae*), potporodica *Panicoidae*, roda *Sorghum*.

To je jednogodišnja jara vrsta koja se koristi za proizvodnju voluminozne krme (Erić i sur., 2004.) u različitim oblicima: kao svježa zelena krma unutar smjese dnevnog obroka (Stjepanović i sur., 2011.), za ispašu (Ademosum i sur., 1968.), kao masa za siliranje (Miller i sur., 1961.) te za proizvodnju sijena (Knowles i Ottman, 1997.). Može se koristiti i za usijavanje u postojeće tratine kako bi im se povećala proizvodnost krme tijekom sušnijeg i toplijeg razdoblja (Belesky i sur., 1980.). Budući da se odlikuje visokim prinosima i velikom hranjivom vrijednosti, iznenađujuće je da zapravo zahtijeva vrlo skromne uvjete za uspijevanje. Također, odlikuje se i visokom otpornošću na bolesti i štetočine. Po kemijskom sastavu predstavlja vrlo kvalitetnu krmnu biljku.

Sorghum (sirak) je rod koji pripada prosolikim žitaricama te ima više od 34 vrste i više od 2000 sorti. Uzgaja se za stočnu i ljudsku ishranu (Afrika, Indija, Kina), zelenu masu (sijeno i silaža), postrni usjev; za dobivanje škroba, glukoze, sirupa, ulja, alkohola, metlice za metle. Sudanska trave se smatra podvrstom sirka, pa se sirak prema upotrebi dijele se na sljedeće tipove:

Sirak za zrno (*Sorghum vulgare var.eusorghum*), niže stabljike, zrno se koristi za stočnu i ljudsku ishranu.

-Sirak-šećerac (*Sorghum vulgare var.saccharatum*), stabljike od 2-6 m visine, a čiji je sadržaj šećera u soku stabljike od 8-15%, u formi koja ne kristalizira, te se rabi kao sirup.

-Sirak metlaš (*Sorghum vulgare var.techicum*) čija je metlica duga i do 90 cm, te se rabi u proizvodnji metli, četka, pletiva i sl., a također ima visoki prinos zrna.

-Sirak za krmu, često zvan i sudanska trava (*Sorghum vulgare var.sudanense*), visoke, tanke i nježne stabljike, vrlo pogodne za sjenažu ili čak i ispašu (Martinović, 2014.).

2.1. MORFOLOŠKA SVOJSTVA SUDANSKE TRAVE

Korijen

Korijen sudanske trave vrlo je razgranat te se dobro razvija. Dubina do koje dopire je oko 2,5 do 3m, a širina do 1,5 m. Ovako dobro razvijen korijenski sustav ovoj kulturi omogućava dobru opskrbu vode i mineralnih oblika hranjiva i u sušnim uvjetima. Još jedna osobina koja daje prednost ovoj kulturi je zračno korijenje koje daje dodatnu stabilnost i otpornost na polijeganje (Martinović, 2014.).

Stabljika

Stabljika se sastoji od koljenaca i međukoljenca (10 – 20 i više), te ima potencijal rasta i preko 3,5m, izvana je glatka i prekrivena voštanom prevlakom te je vrlo žilava i savitljiva. Kada stabljika dostigne visinu od 100 do 120 cm, sudanska trava se može kositi kao zelena masa i za vlažno konzerviranje. U mlađim fazama razvoja biljke imaju veći sadržaj sirovih proteina i manji sadržaj sirove celuloze. Poslije kosidbe biljke se regeneriraju i iz prizemnih čvorova rastu nove stabljike. Vrijeme kosidbe ima utjecaj na intenzitet regeneracije. Ispitivanja su pokazala da je porast sudanske trave slabiji, a broj izdanaka manji ako se kose poslije izbijanja metlica (Martinović, 2014.).

List

List sudanske trave prema građi najviše liči listu kukuruzu, linearnog je oblika, gladak, dugačak oko 50 cm (30-60 cm), širok 2,5 – 4,5 cm, tamnije zelene do sivo zelene boje. Sudanska trava razvija veliku količinu lisne mase što joj omogućava intenzivnu ishranu te poboljšava proces fotosinteze. (Martinović. 2014.).

Cvat

Sudanska trava na vrhu stabljike razvija cvat u obliku metlice koja je sastavljena od centralne drške i bočnih grana koje su u osnovi duže, a pri vrhu manje. Oblik metlice je uglavnom uspravan i rastresit a postoje oblici i sa zbijenom i ponekad povijenom metlicom. Dužina metlice varira u ovisnosti o hibridu ali u većini slučajeva je to oko 30 do 50 cm. Na bočnim granama su jednocvijetni klasići s 2 cvijeta. Većinom je jedan plodan i sjedeći, a drugi na dužoj dršci je neplodan. Boja cvijeta varira od žute do tamno crvene (Martinović, 2014.).

Plod

Plod je ovalno ili jajasto zrno s pljevicama ili bez njih. Na vrhu se završava oštrim osjem dužine do 1 cm. Boja sjemeni je tamnožuta ili crna, a kod nekih sorti je i tamno siva. Težina 1000 sjemenki iznosi 20 g, a jedan gram sadrži 54 do 58 sjemenki. Cvjetanje sudanske trave započinje 70 do 80 dana nakon nicanja (Martinović, 2014.).

2.2. KEMIJSKI SASTAV SUDANSKE TRAVE

Sudanska trava predstavlja vrlo kvalitetnu krmnu kulturu. U usporedbi s kukuruznom silažom, sudanska trava daje veći prinos suhe tvari, ima veću količinu sirovih bjelančevina, sadrži malo manju energetska vrijednost a uzrok je nedostatak škroba jer ne sadrži zrno kao silažni kukuruz. Što se tiče postotka kalcija, fosfora i kalija viši su u usporedbi s kukuruzom. Mliječni nutricionisti su utvrdili da obroci koji sadrže sudansku travu mogu se lako primijeniti za hranidbu krava dojilja, teladi i junica uz precizno dodavanje kroz duži vremenski period. Ukupan prinos sudanske trave je vrlo povoljan u odnosu s kukuruzom za silažu. Prema istraživanju (Minyo i sur. 2012.) prinos suhe tvari sudanske trave bio je u prosjeku 33,5 t ha⁻¹. U 2012. godini postavlja se test za silažu u Ohio-Michigan i postiže se prinos suhe tvari sudanske trave u prosjeku 34,5 t ha⁻¹. Sirove bjelančevine (CP) u silažnom kukuruzu u prosjeku iznose 8,65 %, slično kao i kod sudanske trave koji je malo niži i iznosi u prosjeku 7,6 %. Postotak hranjive tvari (NDF) kod silažnog kukuruza iznosi

54 % (hranjive tvari za tov goveda), a sudanska trava u ovom istraživanju pokazala se kao bolja s većim postotkom hranjive tvari u količini od 61,42% do 67,57%.

Međutim, sudanska trava se kosi i silira u kasnijoj fazi zriobe što nije slučaj kod silažnog kukuruza koji se silira u mliječno voštanoj fazi zriobe, ovaj postupak objašnjava nižu kvalitetu sudanske trave. Ovakav način kasne košnje prikladan je pri proizvodnji bio-plina. Ako se silaža sudanske trave želi koristiti kao krma za tov goveda ili ishranu mliječnih krava, tada bi košnja sudanske trave u ranijoj fazi zriobe (faza metličanja) pogodovala i boljoj kvaliteti (Martinović, 2014.).

2.3. SORTE SUDANSKE TRAVE

Na tržištu Europske unije danas se može naći više sorata sudanske trave od kojih se svaka odlikuje svojim prednostima i karakteristikama. Upisom sorte u Sortnu listu Republike Hrvatske poljoprivredni reprodukcijski materijal sorte može se proizvoditi, prijaviti za stručni nadzor, te uvoziti i/ili staviti na tržište. Hrvatski propisi u području biljnih sorti i sjemenarstva su usklađeni s EU propisima. Zakon o sjemenu, sadnom materijalu i priznavanju sorti poljoprivrednog bilja (NN 140/05; 35/08; 25/09; 124/10; 55/11 i 14/14) predstavlja zakonski okvir za uključivanje sorte u Sortnu listu Republike Hrvatske (Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, 2018.)

Tablica 1. Sorte sudanske trave dostupne na EU sortnoj listi.

Sorte sudanske trave
Akklimat
Barsudan
Bovital
Endzhe 1
Florence
HayKing
Hermes
Jalisco
Krokion
KST 1011
Monarch V
Piper
Sabin
Srem
Sudangness
Zöldike

Izvor: http://ec.europa.eu/food/plant/plant_propagation_material/plant_variety_catalogues_databases/search/public/index.cfm?event=searchForm&ctl_type=A&active_tab=v 2019.

Sjeme navedenih sorata se proizvodi u sedam zemalja. Najviše sjemena se proizvodi u Mađarskoj, čak 38%. Zatim se 31% sjemena proizvodi u Italiji, pa slijedi Francuska s 23%, dok se u Bugarskoj, Grčkoj, Rumunjskoj i Sloveniji proizvodi tek po 8%.



Grafikon 1. Prikaz proizvodnje sjemena sudanske trave sa EU sortne liste po EU zemljama.

Izvor: http://ec.europa.eu/food/plant/plant_propagation_material/plant_variety_catalogues_databases/search/public/index.cfm?event=searchForm&ctl_type=A&active_tab=v 2019.

Neke od sorata sudanske trave su: NS-Srem, NS-Zora (Zavod za krmno bilje) i Savana (Zavod za hmelj, tehnički sirak i ljekovito bilje), u Institutu za ratarstvo i povrtlarstvo u Novom Sadu. One su visokog prinosa i kvalitete (Erić i sur. 2004.).

Slično kao i kod sirka, u mladim razvojnim stadijima (niža od 60 cm), te kad je pod stresom, sudanska trava sadrži povišene razine cijanogenihglikozida s rizikom za stoku. Neposredno nakon kiše nakon sušnog razdoblja, kao i nakon jesenskog mraza sadrži povećanu koncentraciju nitrata, s rizikom trovanja stoke (Gantner i sur. 2009.).

2.4. HIBRIDNI SIRKA I SUDANSKE TRAVE

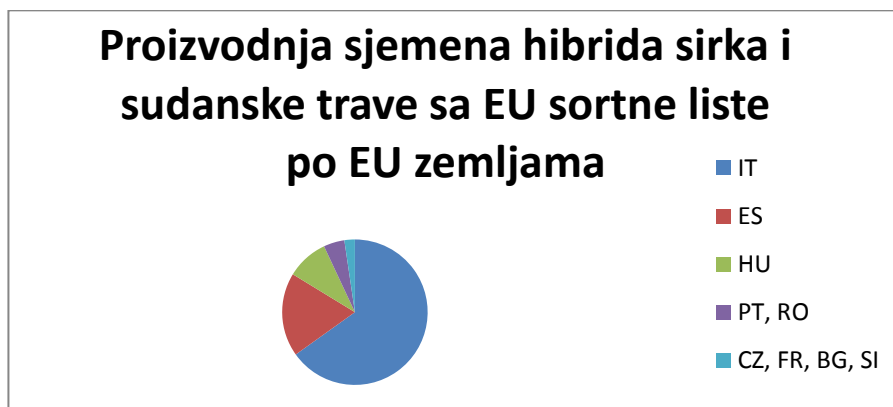
Na EU sortnoj listi također se nalaze i hibridni sirka i sudanske trave. Njih ima više, ali se sjeme proizvodi u svega devet zemalja.

Tablica 2. Hibridni sirka i sudanske trave dostupni na EU sortnoj listi

Hibridni sirka i sudanske trave dostupni na EU sortnoj listi			
Advancegrazer	LG Ergon	Grazer	Sudal
Ágnes	Lussi	Green Grazer	SugarGraze II
Alltime	Mavrik	GW5002	Susu
Aneto	Mithril	HoneyGraze BMR	Suzy
BMR201MH	Nicol	Indian	Sweet-Creek
BMR333	NutriHoney	Karim	Tarquino
Digestivo	Nutritop Star	King 61 DR	Tiebreak
Ensal	Octane BMR	KWS Freya	Trudan headless
Fortin	Pacific Graze	KWS Hugin	True
Frugal	Pacific Sweet	KWS Reno	Turno
Gardavan	PR855F	KWS Sammos	Vidan 697
GHB555	SBS001	KWS Sole	Zöldözön
GK Csaba	Sherkan	Latte	

Izvor: http://ec.europa.eu/food/plant/plant_propagation_material/plant_variety_catalogues_databases/search/public/index.cfm?event=searchForm&ctl_type=A&active_tab=v 2019.

Vodeća zemlja po pitanju proizvodnje sjemena je Italija sa 65%, nakon nje slijedi Estonija sa 19%. Mađarska ima 9% proizvodnje sjemena, dok Portugal i Rumunija imaju po 5%. Tek 2% proizvodnje sjemena imaju Češka, Francuska, Belgija i Slovenija.



Grafikon 2. Prikaz proizvodnje sjemena hibrida i sudanske trave sa EU sortne liste po EU zemljama.

Izvor: http://ec.europa.eu/food/plant/plant_propagation_material/plant_variety_catalogues_databases/search/public/index.cfm?event=searchForm&ctl_type=A&active_tab=v 2019.

Neki od hibrida sirka i sudanske trave su također KWS Freya i KWS Inka. Odlikuju se brzom regeneracijom, visokim sadržajem suhe tvari, visokom otpornošću na polijeganje i tolerancijom na sušu. KWS Freya je standardni kultivar u službenim pokusima Komisije za priznavanje sorti Republike Hrvatske (KWS katalog, 2012./2013.).

3. TEHNOLOGIJA UZGOJA SUDANSKE TRAVE

Sudanska trava je jara jednogodišnja kultura koja spada u porodicu trava *Poaceae* (rod *Sorghum*). Potječe iz Sudana po čemu je i dobila ime, biljka je toplog i suhog klimata. Daje vrlo visoke prinose zelene mase i ima visoku energetska vrijednost suhe tvari. Zbog sočnosti ju stoka rado jede, a odlikuje se i visokom probavljivošću. Može se uzgajati kao glavni, naknadni i postrni usjev (Ciler, 2013.). Sije se sama ili u smjesi s jednogodišnjim jarim usjevima iz porodice mahunarki (*Fabaceae*) (Erić i sur. 2004.). Uzgoj u monokulturi treba izbjegavati, jer zbog visokih prinosa iscrpi tlo. Ostalim krmnim kulturama konkurira po svojoj otpornosti na sušu (Ciler, 2013.). Neki smatraju sudansku travu zasebnom vrstom, a koristi se za ishranu stoke napasivanjem i košnjom i u novije vrijeme za križanje sa zrnašem za dobivanje hibridnog sirka (Erić i sur. 2004.).

3.1. Obrada i priprema tla za sudansku travu

Osnovna obrada ovisi o pretkulturi ali i o načinu uzgoja (Ciler, 2013). Sudanska trava jako dobro uspijeva na suglinastim, stepskim i običnim černozemima. Jako zbijena, kisela, zabarena ili zaslanjena tla nisu povoljna za uzgoj sudanske trave. Može se uzgajati kao glavni, postrni i naknadni usjev, pa je dubina i vrijeme izvođenja osnovne obrade tla uvjetovano rokom sjetve. Glavni sjetveni rok koristi se za proizvodnju silokrme, a postrni i naknadi za uzgoj domaćih životinja zelenom krmom (preživača) ili sjemenom. Glavna obrada tla za sjetvu sudanske trave u glavnom roku obavlja se na dubini 30-35cm, predsjetvena priprema se izvodi u proljeće. Za sjetvu naknadnog usjeva osnovna obrada tla se obavlja u proljeće na dubini 20-25cm, a predsjetvena priprema se obavlja neposredno nakon osnovne obrade tla. Kod postrnog roka sjetve osnovna obrada tla se obavlja na dubini 25-20 cm, a predsjetvena priprema se obavlja odmah nakon osnovne obrade, ako je moguće u istom danu kada i žetvu strnih žita. Cilj kasnije sjetve s plićom obradom tla je zadržavanje postojeće vlage u tlu (Erić i sur. 2004.).

3.2. Gnojidba sudanske trave

Od mnogih agrotehničkih mjera koje utječu na kvalitetu i prinos krmnog bilja, najveći značaj (zajedno sa vlagom i svjetlošću) ima gnojidba. Efekt gnojidbe je određen osobinama primijenjenih gnojiva i količini hranjivih tvari u tlu, ali prije svega biološkim osobinama biljne vrste i njenim potrebama za hranjivim tvarima (Erić i sur. 2004.). Za postizanje visokih prinosa sudanske trave potrebno je napraviti plan gnojidbe i analizu tla. Prignojdbi koriste se isključivo ekološka gnojiva za razliku od gnojidbe u konvencionalnoj poljoprivredi. Gnojiva ne smiju biti proizvedena kemijskim putem nego prirodnim, ekološkim. Uz osnovnu obradu se koristi zreli stajski gnoj, potrebno je zaorati 20-30 t/ha. U prvu prihranu se ide s razrijeđenom gnojnicom u omjeru 1:3 ili 1:2. Prva prihrana se obavlja unošenjem u tlo poslije sjetve s 15 000-20 000 l/ha. Druga prihrana se može obaviti kada biljka dosegne visinu od pola metra. Od prihrane do ponovne košnje ili napasivanja treba proći barem mjesec dana (Ciler 2013.). Pri gnojdbi sudanske trave s dušikom treba biti jako oprezan s obzirom na to da sudanska trava sadrži glukoziddurin, a međuprodukt njegove razgradnje nastaje HCN (cijanovodik), koji je otrovan za domaće životinje (Uher 2011.). Sudanska trava, kao i ostale livadne trave, zahvaljujući mogućnosti regeneracije ili ispaše više puta tokom vegetacije zahtjeva velike količine hranjivih materijala. (Erić i sur. 2004.).

3.3. Sjetva sudanske trave

U ekološkoj poljoprivredi vrlo je važno koristiti zdravo, čisto i netretirano ekološko sjeme kako bi uzgojili biljke otpornije na bolesti i štetnike te osigurali bolju kvalitetu proizvoda uz više prinose (Lokvina.hr, 2018.). Ekološko sjemenarstvo posebno je zahtjevna grana proizvodnje i sortiment bi se trebao razlikovati u odnosu na sortiment za konvencionalnu proizvodnju. Razlike su ponajprije u visokim zahtjevima prema prirodnoj otpornosti na bolesti i štetnike kao i na prilagođenost lokalnim uvjetima (Pešak, 2014.)

Sudanska trava jako isušuje tlo i s toga nije dobra pretkultura kukuruza, stočnoj repi i jaroj pšenici, ali je zadovoljavajuća za krumpir, tikve i duhan. Pri izboru pretkulture za sudansku travu treba obratiti pažnju na to da ona voli tla bogata dušikom, fosforom i kalijem, te vlažna, prozračna i plodna tla. U početnim fazama rasta je ona jako osjetljiva na korove i parcelu treba očistiti od korova. Dobri predusjevi za sudansku travu su smjesa ozimih strnih žita i mahunarki, grahorice, krumpir, kukuruz, zrno, ozime i jare kulture za zrno i

korjenaste kulture (Erić i sur., 2004.). Osjetljiva je također na kasnoproletne mrazove, stoga se sjetva obavlja u vrijeme nicanja kukuruza, a kao postrna sjetva početkom svibnja pa do kolovoza, što ovisi o pretkulturi. Sjetva se obavlja žitnim sijačicama na razmak 12-25 cm, ako ju koristimo za ispašu ili košnju, uz 25-30 kg ha⁻¹ sjemena. Sjetva za silažu se obavlja na međurednom razmaku 60-70 cm, jer se koristi mehanizacija sa spremanje silaže, uz 15 kg ha⁻¹ sjemena (Ciler, 2013) U postrnoj sjetvi norma sjemena mora biti veća oko 30-40 kg ha⁻¹ sjemena, (Uher, 2011.). Dubina sjetve ovisi o tipu tla, a iznosi oko 2-4 cm. Zaštita od korova se obavlja međurednom mehaničkom obradom (Erić i sur. 2004.)

3.4. Žetva sudanske trave

S košnjom sudanske trave se može započeti kada biljka dosegne visinu 60-70 cm, pa sve do pojave metlice. Bitno je da se pokosi do faze metličanja na visinu od 10-15 cm radi regeneracije za drugi otkos. Za rast od nicanja do prvog otkosa biljci je potrebno oko 50 dana, a za svaki novi otkos je potrebno oko 40 dana. U jednoj vegetaciji mogu se ostvariti 2-4 otkosa s visinom prinosa od 80-100 t ha⁻¹ zelene mase ili 12-18 t ha⁻¹ sijena. Hranjiva vrijednost zelene mase u suhoj tvari iznosi oko 10-12% sirovih proteina, 3,6% sirovih masti, 20-24% sirovih vlakana i 49% nedušičniheksaktivnih tvari (Ciler, 2013.). Glavna namjena je korištenje biljke u vegetativnim ili ranim generativnim stadijima razvoja, kada se postiže visoka kvaliteta krme. Usjev se tada može koristiti za ispašu, sjenažu, košnju ili odvozom zelene mase na hranidbeni stol. Ostatak stabljike nakon košnje ili ispaše bi trebao biti oko 12 cm od tla kako bi se omogućio brzi ponovni porast (Erić i sur., 2004.). Prije korištenja važno je provjeriti rizike od HCN potencijala i nitrata (Gantner i sur, 2009.). Zaštita od korova uglavnom se obavlja mehanički međurednom obradom zbog slabog početnog porasta (Ciler 2013.)



Slika 1: Sudanska trava

Izvor: <https://www.poljosfera.rs/agrosfera/agro-teme/ratarstvo/sudanska-trava-vredna-krmna-biljka/>

4. POSTRNI UZGOJ SUDANSKE TRAVE

Postrni usjevi mogu se koristiti za proizvodnju hrane, krme, pčelinju pašu, zelenu gnojidbu, kao i za proizvodnju bioenergije. Sjetva postrnih usjeva donosi i brojne prednosti: štiti tlo od insolacije i vjetra te mu tako čuva strukturu, obogaćuje tlo organskom tvari, posebno kod uskog plodoređa, sprječava širenje bolesti i štetnika, a uzgojem postrnih usjeva dobiva se druga žetva, što je od posebnog značaja za poljoprivredna gospodarstva koja ne raspolažu dovoljnim brojem obradivih površina (Martinović, 2014.).

Drugi kriterij kod odabira kultura za postrnu sjetvu je njena otpornost na visoke temperature i manju raspoloživost vode tijekom najtoplijeg dijela godine. Najotpornije kulture su sirak, sudanska trava i proso. S obzirom sve navedeno, bilo bi dobro sve agrotehničke mjere obaviti u što kraćem vremenskom razdoblju radi očuvanja i iskorištenja vlage. Najbolje bi bilo, ako je moguće, pripremu tla za sjetvu obaviti u jednom prohodu, a ako to nije moguće obavlja se oranje na 20 cm, te odmah zatim predsjetvena priprema i sjetva na nešto veću dubinu i s većom količinom sjemena (Martinović 2014.).

5. SUDANSKA TRAVA ZA VOLUMINOZNU KRMU

Sudanska trava je najrasprostranjenije jednogodišnja klasasta vrsta koja se uzgaja kao oranična krmna biljka što je uvjetovano, prije svega, visokom ekološkom otpornošću vrste, što omogućuje uzgajanje na mnogim zemljištima. Izvanredna otpornost na sušu i produktivnost, u čistoj sjetvi i u smjesama, vrlo visoka regeneracija i hranjiva vrijednost, dobrim konzumiranjem od strane životinja i također razni načini korištenja su također neke od prednosti sudanske trave u odnosu na druge kulture (Erić i sur., 2004.).

Kod mladih biljaka sudanske trave stabljike su tanje, meke i sočne te sadrže slatki sok i zbog toga ih stoka rado jede. Nakon košnje se dobro obnavlja dajući 2-4 otkosa kvalitetne krme. Križanjem je kod novih hibrida smanjena 3 i više puta količina durina, pa ga u masi višoj od 80 cm praktički i nema (Kralik, 2009.). Hranidbena vrijednost sudanske trave i njenih hibrida sa sirkom uvelike ovisi u kojoj je razvojnoj fazi biljka pri košnji ili korištenju. Energetska vrijednost za preživače je vrlo visoka u ranim razvojnim fazama, slična silaži cijele biljke kukuruza, uz visok sadržaj sirovih bjelančevina. Prema koncentraciji energije i sirovih bjelančevina, sudanska trava odgovara za cjelokupni obrok krava koje luče 30 litara mlijeka dnevno (16% SB u ST, 71% TDN u ST i 17% SV u ST). Prednost sudanske trave kao mlade biljke je što joj visoka energetska vrijednost ne proizlazi iz visoke koncentracije NET-a niti škroba (49,4% NET u ST i 0% škroba u ST), što je slučaj kod silaže kukuruza (oko 64% NET i oko 29% škroba u ST, u voštanoj zriobi zrna), već iz visokog sadržaja probavljivih vlakana (18,4% u ST sudanske trave; 12,7% ST u silaži kukuruza). Mlada biljka sudanske trave sadrži 24,2% sirovih vlakana visoke probavljivosti, dok silaža cijele biljke kukuruza sadrži 20,1% sirovih vlakana niže probavljivosti (63%, DLG, 1997.)

Tablica 3. Hranidbena vrijednost nadzemne mase sudanske trave i silaže nadzemne mase (**Izvor:**Gantner i sur. 2009.)

Krmivo	Faza razvoja	ST (%)	SB (% u ST)	SV (% u ST)	NEL (MJ/kg ST)	TDN (% u ST)
Svježa Zelena ¹	Rana vegetacija	18	16,8			70
Svježa Zelena ²	Početak metličanja	17	14,8	24,2	6,15	69,4*
	Puno metličanje	20	10,5	27,9	5,48	62,9*
	Početak cvatnje	23	11,4	30,5	4,96	57,8*
Svježa Zelena ¹	Sredina cvatnje	23	8,8			63
Svježa Zelena ²	Kraj cvatnje	26	7,6	34,7	4,73	56,8*
Silaža	Početak metličanja	19	9,7	25,5	5,13	60,4*
	Puno metličanje	22	9,8	30,9	4,97	58,8*
	Kraj cvatnje	24	9,0	36,3	4,49	54,1*
Silaža ¹		28	10,8			55
Sijeno ¹		91	8,0			56
¹ -Undersander		i		Lane		(2001.)
² -DLG						(1997.)
*-Izračun prema Maynardu (1953.) i koeficijentima probavljivosti po DLG-u (1997.)						

Za zelenu krmu sudansku travu najbolje je kositi od početka izbijanja cvata metlice, u to vrijeme se sudanska trava izvrsno regenerira iz podzemnih izdanaka i daje još jedan otkos izvrsne kvalitete. Za silažu se kosi kada su metlice već formirane, interesantno je kako se dobro regenerira i u toj fenofazi (Uher, 2011.). Prinos mase je oko 80 t ha⁻¹, a biljka je u fazi metličanja visine 120-130 cm (Ciler, 2013.). Posebna se pažnja posvećuje korištenju sudanske trave kao zelene stočne hrane, treba ju kositi na visini 10-12 cm iznad tla radi velikog broja začetaka sekundarnih izboja u pazušcima listova prizemnih članaka koji su važni za regeneraciju (Uher, 2011.). Sudanska trava se najčešće koristi za zelenu krmu i sjenažu ili silažu u ishrani stoke, u posljednje vrijeme i za proizvodnju bioplina i biodizela.

Za pripremu sjenaže se sudanska trava koristi kada dostigne visinu od 90-100 cm. Pokošena masa se suši na 55-60% vlage i nakon sjeckanja se sprema u bale (Ciler, 2013.). Lisna masa sudanske trave je bogata bjelančevinama, dok je stabljika bogata ugljikohidratima. Kao glavni usjev kod višekratne košnje postiže se prinos viši od 100 t ha⁻¹ (Uher, 2011.)

Sudanska trava je vrlo zahvalna na primjenu intenzivne agrotehnike, posebno gnojidba i navodnjavanje. Zelena krma sadrži visoku količinu šećera (1,76-1,85%) što joj omogućuje dobro konzerviranje prirodnim putem fermentacije (siliranje). Odlikuje se visokom krmnom vrijednošću. Po sadržaju osnovnih hranjivih tvari, u jednogodišnjim klasastim kulturama, nema konkurenciju. U zelenoj krmu i u proizvodima koji se dobiju od sudanske trave (silaža, sijeno, biljno brašno, sjenaža), ona vrlo dobro čuva svoju hranjivu vrijednost, bez obzira na način konzerviranja zelene krme. Po hranjivoj vrijednosti sijeno i silaža sudanske trave nadilaze zelenu krmu drugih jednogodišnjih krmnih kultura (Erić i sur., 2004.)

Worker i Marble (1968.) su u Texasu (USA), na temelju kemijske analize procijenili hranidbenu vrijednost sirka za voluminoznu krmu. S napredovanjem razvojnih faza sirka padala je koncentracija sirovih bjelančevina i sirovi vlakana u suhoj tvari (ST), a rasla je koncentracija nedušičnihekstraktivnih tvari (NET) i izračunate energije (TDN) u suhoj tvari, sve do razine slične nadzemnoj masi kukuruza ili silaži cijele biljke kukuruza (oko 72% TDN u ST.).

5.1. Prinosi sudanske trave

Godišnji prinos ST nadzemne mase, ili njegova kumulanta, jako ovisi o načinu korištenja. S kratkim intervalima ponovnog porasta i višekratnom košnjom postiže se oko 50% ukupnog potencijala prinosa i visoka kvaliteta, dok se kod košnje u voštanoj zriobi zrna postiže puni potencijal prinosa ali uz nižu energetska vrijednost i niži sadržaj bjelančevina (Majić, 2016.)

Kralik i suradnici (2015.) su u sušnoj 2013. godini, jednokošnim režimom u fazi voštane zrelosti zrna u Dalju dobili prosječan prinos suhe tvari križanca sirka i sudanske trave 15,3 t ha⁻¹ što je bilo slično prinosima silažnih sirkova (14,4 t ha⁻¹ i 17 t ha⁻¹). Gantner i

suradnici (neobjavljeni podaci) su u vlažnoj 2014. godini na istoj lokaciji dobili prinos križanca sirka i sudanske trave $19,8 \text{ t ha}^{-1}$, što je bilo značajno niže od najprinosnije sorte silažnog sirka, 28 t ha^{-1} , i neznajno niže od druge po rangi sorte silažnog sirka ($23,9 \text{ t ha}^{-1}$) (Gantner i sur., 2009.).

Na temelju rada Workera i Marblea (1968.) zaključuje se da češćom kosidbom smanjujemo sumu godišnjeg prinosa sudanske trave u odnosu na rjeđu košnju, pretpostavlja se zbog vremena koje je potrebno da se biljka regenerira nakon košnje iz zaliha asimilata u korijenu i da krene u ponovni porast. Isti autori dobili su smanjenje prosječne mase kumulante prinosa ST s povećanim brojem košnji u tijeku vegetacije, odnosno košnja se provodila u mlađim razvojnim stadijima biljke. Košnjom u vegetativnoj fazi, kada je biljka oko 100 cm visoka (mlada vegetativna masa), godišnja suma prinosa je bila 30% do 50% manja u odnosu na prinos kod košnje u fazi voštane zrelosti zrna. Košnja u fazi lista zastavičara pokazala je manju godišnju kumulantu za 1/6 do 1/5 u odnosu na košnju u fazi voštane zrelosti zrna, dok se nisu pokazale značajne razlike godišnje kumulante između košnje u fazi cvatnje i košnje u fazi voštane zrelosti zrna. Prinosi sudanske trave koja je košena u fazi voštane zrelosti zrna je bila za 30% manja od prinosa sirka koji je košen u istoj fazi, dok su se prinosi križanca između sirka i sudanske trave našli na sredini između sirka i sudanske trave. U trogodišnjem istraživanju u Pawlowicima (Poljska) Sowinskog i Szydelko (2011.) godišnja kumulanta prinosa ST hibrida sirka i sudanske trave bila je najmanja kod 3-košnog režima (košnja krajem vegetativne faze pa do početka pojave metlica, kod visine biljaka oko 120 cm), u 2-kosnom režimu bio je srednji prinos (košnja u metličanju pa do početka cvatnje, kada je biljka visine oko 160 cm), u jednokosnom režimu je bio najveći prinos (košnja u mliječno-voštanoj zriobi zrna, kada je biljka oko 240 cm visine) (Sowinski i Szydelko, 2011.).

Na srednje teško tlu pri gustoći sjetve od 40 sjemenki/m^2 , pri 3-kosnom režimu ostvaren je prosječan prinos ST od $9,7 \text{ t ha}^{-1}$ u 2-kosnom režimu $13,7 \text{ t ha}^{-1}$ i u jednokosnom $17,4 \text{ t ha}^{-1}$. Prinosi su bili manji na lakom tlu: u 3-kosnom režimu $5,9 \text{ t ha}^{-1}$, u 2-kosnom režimu $10,9 \text{ t ha}^{-1}$ i u jednokosnom režimu $16,9 \text{ t ha}^{-1}$. Pokusi su zasijani sredinom svibnja. Može se zaključiti, na temelju rezultata, da na lakom tlu 3-kosni režim dovodi do jačeg smanjenja prinosa u odnosu na jednokosni, negoli je smanjenje na srednje lakšim tlima. (Sowinski i Szydelko, 2011.)

Tae Jeon I Moo Lee (2005.) su u Južno Koreji proveli istraživanje o utjecaju režima košnje na prinos suhe tvari hibrida sudanske trave i sirka. Pri košnju u voštanoj i mliječnoj fazi zrna su dobili 2 otkosa godišnje košnjom u fazi lista zastavičara i metličanju su dobili 3 otkosa godišnje, a košnjom u vegetativnoj fazi pri 200 cm visine i kod 150 cm visine dobili su 4 otkosa godišnje. Košnjom u voštanoj zriobi zrna je dobivena najveća kumulanta godišnjeg prinosa ST (24,2 t ha⁻¹), idući je bio prinos pri košnji u mliječnoj zriobi zrna (23,7 t ha⁻¹), pa u metličanju (22,2 t ha⁻¹), u fazi lista zastavičara (16,5 t ha⁻¹), kod visine od 200 cm (14,6 t ha⁻¹) i najmanji je bio kod košnje u vegetativnoj fazi 150 cm visine biljaka (13 t ha⁻¹). Košnja u voštanoj zriobi zrna je dala oko 50% viši kumulatni prinos u odnosu na košnju kod visine 150 cm.

Nisu objavljena istraživanja o utjecaju režima košnje na godišnji prinos ST hibrida sirka i sudanske trave u Hrvatskoj, ali se isto može procijeniti na temelju prinosa u jednokošnom režimu u Dalju u sušnom ljetu (2013.g., 15,3 t ha⁻¹) i vlažnom ljetu (2014.g., 19,8 t ha⁻¹) i na temelju očekivanog smanjenja prinosa kod 3-kosnog režima košnje na lakom tlu (35% od prinosa jednokosnevarijante, stresni uvjeti) i srednje teškom tlu (56% od jednokosne varijante, povoljni uvjeti) u Poljskoj. U sušnom ljetu, pri 3-kosnom režimu, bi se mogla očekivati godišnja kumulanta oko 5,4 t ha⁻¹ ST, u vlažnom ljetu bi se moglo očekivati oko 11,1 t ha⁻¹ ST (Gantner i sur., 2009.).

Prosječni prinos suhe tvari prvog otkosa hibrida sirka i sudanske trave iznosio je 9,2 t ST ha⁻¹, dok je ukupna godišnja produkcija ST iznosila 17,5 t ST ha⁻¹. Dvogodišnji posjek prinosa ST krmnog sirka u glavnim rokovima sjetve (Uher i sur., 2009.) iznosio je 23 t ST ha⁻¹. U postrnim rokovima sjetve Stjepanović i sur. (2011.) utvrdili su prosječni prinos hibrida sirka i sudanske trave od 35 t zelene mase ha⁻¹, uz navodnjavanje. Iptas i Brohi (2003.) su utvrdili prinos ST prvog otkosa hibrida sirka i sudanske trave od 9,1 t ha⁻¹, a Bebawi (1988.) navodi 10,3 t ha⁻¹.

6. UTJECAJ VISINE KOŠNJE NA PRINOS SUHE TVARI I HRANJIVOST SILAŽE HIBRIDA SIRKA I SUDANSKE TRAVE

Sirak, sudanska trava i njihovi hibridi su jednogodišnje termofilne vrste trava koje se koriste za hranidbu domaćih životinja kao zelena krma ili konzervirana u obliku sijena, silaže, sjenaže. Otporne su na sušu, pa predstavljaju dobru alternativu višegodišnjim travnim vrstama u kompenzaciji pada produktivnosti tijekom sušnog dijela godine. Odlikuju se visokim prinosima suhe tvari u glavnim (Uher i sur, 2009.) i postrnim rokovima sjetve (Stjepanović i sur., 2011).

Visina košnje nije utjecala na prinos ST. Prosječan prinos ST kod visine košnje od 12 cm iznosio je na 9,7 t ST ha⁻¹, dok je povećanjem visine košnje na 18 cm utvrđen prinos ST od 8,7 t ST ha⁻¹ (P=0,52). Ranija istraživanja ukazuju da povećanje visine košnje rezultira nižim prinosom ST prvog porasta hibrida sirka i sudanske trave (Burger i Hittle, 1967; Bebawi, 1988.). Povećanjem visine košnje prvog porasta od 7 na 14 cm Iptas i Brohi (2003.) nisu utvrdili smanjenje prinosa ST dok je daljnjim povećanjem visine košnje na 21 cm prinos ST smanjen za 10%, uz izostanak utjecaja visine košnje na prinos ST u ostalim porastima. Povećanje visine košnje s 12 na 18 cm rezultiralo je povećanjem sadržaja SP (sirovih proteina) prosječno za 12%. Prosječan sadržaj SP utvrđen kod košnje na 12 cm je iznosio 88,9 g kg⁻¹ ST, a kod košnje na 18 cm 99,8 g kg⁻¹ ST.

Burger i Hittle (1967.) su utvrdili malo, ali statistički značajno smanjenje sadržaja SP s povećanjem visine košnje sa 7,6 na 15,2 cm u dvootkosnom i trootkosnom načinu korištenja sudanske trave i hibrida sirka. U novijim istraživanjima (Iptas i Brohi, 2003.) nije utvrđen utjecaj visine košnje na sadržaj SP hibrida sirka i sudanske trave prvog i drugog porasta. Tijekom fermentacije sudanske trave u laboratorijskim silosima utvrđeno je opadanje sadržaja ME (metaboličke energije), D-vrijednosti (probavljivost organske tvari u suhoj tvari), sadržaja SP, te porast sadržaja NDV (neutralna detergent vlakna) i NH₃-N, što je u skladu s promjenama kemijskog sastava krme tijekom fermentacije u silosima (Chamberlain i Wilkinskon, 1996.).

Tablica 4. Rezultati kombinirane analize varijacije za pokazatelje hranjivosti silaže
(*Izvor:* Vranić i sur., 2014.)

Izvor varijabiliteta	n-1	ST	ME	D-vrijednost	SP	NDV	NH ₃ -N	pH
Visina košnje (VK)	1	NS	NS	NS	*	NS	NS	***
Vrijeme otvaranja (VO)	6	**	***	***	NS	***	***	***
VK x VO	6	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**

Niža košnja (12 cm) je rezultirala intenzivnijim zakiseljavanjem krme u laboratorijskim silosima, te nižom završnom pH vrijednošću nakon 35 dana siliranja (tablica br.4). Jedan od razloga može biti činjenica da je krma košena na visini 18 cm sadržavala više SP ($P < 0,05$) u usporedbi s nižom košnjom. Veći sadržaj N u biljnoj masi može povećati puferni kapacitet krme koja se silira (Tremblay i sur., 2005.) i rezultirati nešto nižom kvalitetom silaže.

Visina košnje prvog otkosa hibrida sira i sudanske trave nije utjecala na prinos ST. Promjene hranjivosti krme tijekom fermentacije biljne mase u silosu ne mogu se pripisati utjecaju visine košnje. Biljna masa košena na visinu od 12 cmje imala intenzivnije zakiseljavanje u silosu i nižu završnu kiselost nakon 35 dana fermentacije u odnosu na siliranu biljnu masu košenu na visini od 18 cm (Vranić i sur., 2014.).

7. SUDANSKA TRAVA ZA PROIZVODNJU BIOPLINA

Zbog izrazito visokog prinosa zelene mase, sudanska trava postaje zanimljiva kultura koja može zamijeniti silažni kukuruz u bioplinskim postrojenjima. Dokazano je da se dodavanjem sudanske trave, radi poboljšanja svojstava gnojovke, a u cilju proizvodnje bioplina, povećana je količina proizvedenog bioplina za 32%. Statistički značajne razlike u koncentraciji metana između skupina nisu utvrđene, tj. dodavanjem biomase ne ugrožava se energetska kakvoća bioplina (Kralik, 2009.).

Mogućnost proizvodnje bioplina istraživana su u tri skupine: svježoj svinjskoj gnojovki s dodatkom 10% kukuruzne silaže (KS), svježoj svinjskoj gnojovki s dodatkom sudanske trave (ST) i kontrolnoj skupini –svježa svinjska gnojovka bez dodataka (K). Sve skupine su postavljene u tri ponavljanja (Kralik, 2009.).

Branje i sjeckanje usjeva izvršeno je 75. dan nakon sjetve, za što je korišten jednoredni berač kukuruza. Broj dana od nicanja do metličanja je 74,4 dana, što je 2, dana ranije od standarda, otpornost na polijeganje (ocjena 1-9) je 7,2 za sortu, što je za 0,1 veća od standarda. Iz izvršenih istraživanja na osnovi prosječnih vrijednosti prinos sudanske trave po jednom hektaru iznosio bi 82 tone i to u izrazito sušnoj godini. Treba napomenuti da su uobičajeni prinosi sudanske trave od 80 do 100 t ha⁻¹. Već ovi prvi podaci pokazuju kako je ovaj usjev izuzetno prilagodljiv te da bez obzira na otežavajuće okolnosti daje odličan prinos (Kralik, 2009.).

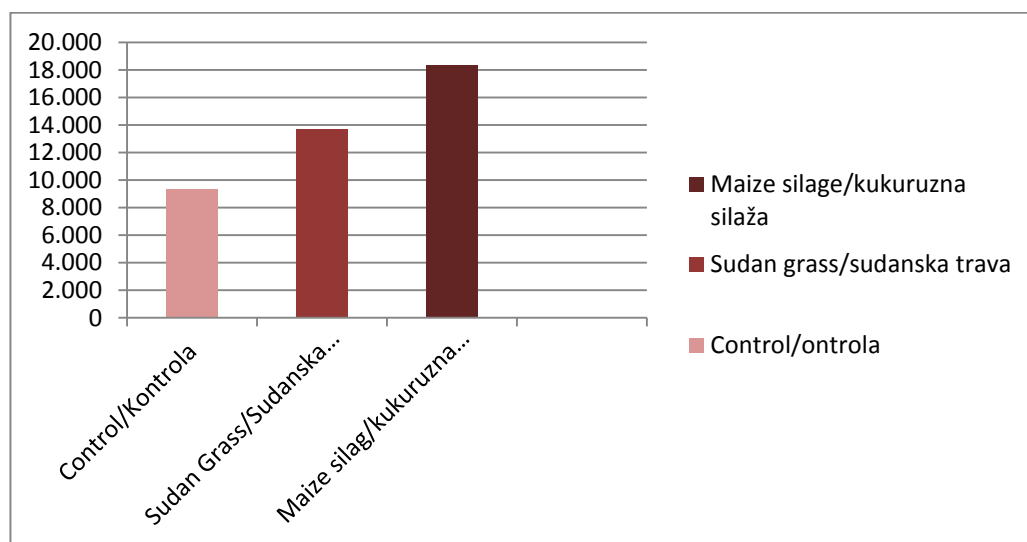
Može se zaključiti da je proizvodnja sudanske trave vrlo unosna s obzirom na odnos uloženog i dobivenog jer čista dobit iznosi oko 47% od ukupnog prihoda.

Naročito je zanimljivo što je sudanska trava zasijana kao postrni usjev i tako nije ugrožena proizvodnja hrane za ljude i životinja.

Kod supstrata s dodatkom kukuruzne silaže proizvodnja bioplina je veća za 33,56% u odnosu na proizvodnju iz supstrata s dodatkom sudanske trave.

Prednost korištenja sudanske trave je visok prinos od 80 do 100 t ha⁻¹ dok se proizvodnja silažnog kukuruza kreće od 30 do 35 t ha⁻¹ (Bernik, 2006.) iz čega proizlazi da je moguće ostvariti istu proizvodnju biomase na 3 puta manjim površinama.

Najveća proizvodnja bioplina ostvarena je kod supstrata s dodatkom kukuruzne silaže s prosječnom ukupnom proizvodnjom bioplina od 18.333 ml l⁻¹, prosječna ukupna proizvodnja bioplina kod supstrata s dodatkom sudanske trave iznosi 13.720 ml l⁻¹, a najniža proizvodnja bioplina utvrđena je u kontrolnoj skupini (grafikon 3) (Kralik, 2009.).



Grafikon 3. Prosječna ukupna proizvodnja bioplina (ml l⁻¹)(*Izvor:* Kralik, 2009.)

Na osnovi prinosa dobivenih kroz istraživanje moguća očekivana količina bioplina po 1 ha prikazana je tablicom br. 5.

Tablica 5. Prinos bioplina po ha u ovisnosti s prinosom biomase (*Izvor:* Kralik, 2009.)

Vrsta biomase Biomass type	Količina biomase Biomass quantity (t ha ⁻¹)	Količina bioplina Biogas quantity (m ³ ha ⁻¹)
Kukuruzna silaža (niži prinos) Maize silage (lower yield)	28,57	5670,00
Kukuruzna silaža (srednji prinos) Maize silage (medium yield)	40,00	7938,40
Kukuruzna silaža (viši prinos) Maize silage (higher yield)	51,42	10204,81
Sudanska trava Sudan grass	82,00	13830,12

8. ZAKLJUČAK

Sudanska trava je jednogodišnja jara vrsta koja se koristi u proizvodnji voluminozne krme u različitim oblicima. Odlikuje se dobrim morfološkim karakteristikama kao što su dobro razvijen korijenov sustav i dobra sposobnost regeneraciju, što joj daje prednost u ekološkom uzgoju. Sudanska trava u mladim razvojnim stadijima ili kad je pod stresom sadrži povišene razine cijanogenih glikozida s rizikom za stoku. Hibridi sirka i sudanske trave, kao i sorte sudanske trave, koje su dostupne za uzgoj u EU zemljama nalaze se na EU sortnoj listi. Priprema tla za sjetvu ovisi o pretkulturi, roku sjetve i uzgajamo li sudansku travu kao glavni, naknadni ili postrni usjev. Za postizanje visokih prinosa sudanske trave potrebno je napraviti plan gnojidbe i analizu tla. Pri gnojidbi se koriste isključivo ekološka gnojiva za razliku od gnojidbe u konvencionalnoj poljoprivredi. Gnojiva ne smiju biti proizvedena kemijskim putem. U ekološkoj poljoprivredi važno je koristiti zdravo, čisto i netretirano sjeme kako bi uzgajali biljke koje su otpornije na bolesti i štetnike te osigurali bolju kvalitetu proizvoda i visinu prinosa. Kriteriji kod odabira kulture za postrni uzgoj je njena otpornost na visoke temperature i manji raspoloživost vode tijekom najtoplijeg dijela godine, gdje se u najotpornije kulture ubraja i sudanska trava. Kod mladih biljaka sudanske trave stabljike su tanje, meke i sočne te sadrže slatki sok zbog čega ih stoka rado jede. Za zelenu krmu sudansku travu najbolje je koristiti od početka izbijanja cvata metlice, u to vrijeme se sudanska trava izvrsno regenerira iz podzemnih izdanaka i daje još jedan otkos izvrsne kvalitete. Godišnji prinos suhe tvari jako ovisi o načinu korištenja. S kratkim intervalima ponovnog rasta i višekratnom košnjom postiže se oko 50% ukupnog potencijala prinosa i visoka kvaliteta, dok se kod košnje u voštanoj zriobi zrna postiže puni potencijal ali niža kvaliteta. Zbog izrazito visokog prinosa zelene mase, sudanska trava postaje zanimljiva kultura koja može zamijeniti silažni kukuruz u bioplinskim postrojenjima. Dokazano je da s dodavanjem sudanske trave povećana proizvodnja bioplina za 32%, što je čini izuzetno zanimljivom kulturom i u ovom načinu korištenja usjeva.

9. POPIS LITERATURE

1. Ademosum, A. A., Baumgardt, B. R., Scholl, J. M. (1968.): Evolution of sorghum sudangrass hybrid at varying stages of maturity on the basis of intake, digestibility and chemical composition. *Journal of Animal Science* 27:818-823.
2. Belesky, D.P., Wikinson, S. R., Dawson, R. N., Elsner, J. E. (1980.): Forage Production of a Tall Fescue Sod Intercropped with Sorghum X Sudangrass and Rye. *Agronomy Journal* 73(4):657-660.
3. Bernik R., Zver, A. (2006): Rastlina kot obnovljivi vir energije (OVE) *Acta Agriculturae Slovenica*, 87-2, 335-364
4. Bebawi F.F. (1988). Forage Sorghum Production on a Witchweed-Infested Soil in Relation to Cutting Height and Nitrogen. *Agronomy Journal* 80:537-540.
5. Burger A.W., Hittle C.N. (1967). Yield Protein Nitrate and Prussic Acid Content of Sudangrass Sudangrass Hybrids and Pearl Millets Harvested at 2 Cutting Frequencies and 2 Stubble Heights. *Agronomy Journal* 59:259-&
6. Chamberlain A.T., Wilkinson J.M. (1996). *Feeding the Dairy Cow*. Chalcombe, 241 str.
7. Ciler, Z. Sudanska trava (Sorghum sudanese.). 22.1.2013. <https://www.savjetodavna.hr/savjeti/13/496/sudanska-trava-isorghum-sudanense-li/> 26.10.2017
8. DLG (1997.): *Futterwerttabellen Wiederkauer*. Universitat Hohenheim Dokumentationsstelle. Frankfurt am Main: DLG - Verlags GmbH
9. Erić, P., Čupina, B., Mihailović, V., Gatarić, Đ.. *Krmne okopavine*; (2004.) <https://www.agroklub.com/sortna-lista/zitarice/stocni-sirak-103/> 11.2.2017
10. EU Plant variety database; Agricultural species. http://ec.europa.eu/food/plant/plant_propagation_material/plant_variety_catalogues_databases/search/public/index.cfm?event=searchForm&ctl_type=A&active_tab=v 20.5.2019.
11. Gantner, R., Bukvić, G., Steiner, Z. (2009.) *Proizvodnja krmnog bilja*. Rukopis u izradi sveučilišnog udžbenika. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. Osijek. (4.1.2.-4.1.3.3.)
12. Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo; Sortna lista Republike Hrvatske. 15.1.2018.

<https://www.hcphs.hr/wp-content/uploads/2018/01/SORTNA-LISTA-REPUBLIKE-HRVATSKE-15.1.2018.pdf> 4.7.2019.

13. Iptas S., Brohi A.R. (2003). Effect of nitrogen rate and stubble height on dry matter yield, crude protein content and crude protein yield of a sorghum-sudangrass hybrid [Sorghum bicolor (L.) Moench x Sorghum sudanense (Piper) Stapf.] in the three-cutting system. Journal of Agronomy and Crop Science 189:227-232.
14. Knowles, T. C., Ottman, M. J. (1997.): Sudangrass Hay Production in the Irrigated Deserts of Arizona and California. The University of Arizona, College of Agriculture, Cooperative Extension. Tucson.
15. Kralik D. (20.5.2009.) Sudanska trava-energetska biljka za proizvodnju bioplina. Zagreb
16. Kralik, D., Gantner, R., Bogut, I., Jovičić, D., Kovačić, Đ., Spajić, R. (2015.): Effects of variety and environment on yield and feed value of sorghum and anaerobic codigestion with cattle manure.
17. KWS katalog 2012./2013:
http://www.kws-rus.com/global/show_document.asp?id=aaaaaaaaaajrkqu str.13.
8.6.2018.
18. Lokvina.hr; prodaja eko sjemena 21.6.2013.
<http://lokvina.hr/ekolosko-sjemenarstvo/> 27.5.2019.
19. Majić, J. (2016.): Sudanska trava za proizvodnju voluminozne krme. Diplomski rad. Sveučilište J. J. Strossmajera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.
20. Martinović M. (2014.) Sustavi postrnog uzgoja sudanske trave.
<https://repozitorij.pfos.hr/islandora/object/pfos%3A425/datastream/PDF/view>
Osijek. 12.2.2019
21. Maynard, L. A. (1953.): Total digestible nutrients as a measure of feed energy. Journal of Nutrition 51:15-21.
22. McGuire, A. (2003.): Sudangrass and Sorghum-Sudangrass Hybrids. Washington State University, Cooperative Extension.
23. Minyo, R., Thomison, P., Widdicombe, W. (2012.) Ohio-Michigan Silage Test. Retrieved from: <http://oardc.osu.edu/silagetrials/>
24. Miller, W. J., Dalton, H. L., Miller, J. K. (1961.): Sudan Grass Silage at Two Stages of Maturity versus Rye Grass

- andCrimsonCloverwithTwoFillingProcedures. JournalofDairyScience 44(10):1921-1927
25. Milan. Sudanska trava vredna krmna biljka. 3.4.2016.
<https://www.poljosfera.rs/agrosfera/agro-teme/ratarstvo/sudanska-trava-vredna-krmna-biljka/> 3.4.2019.
 26. Pešak, S. (2014.) Sjeme na udaru-analiza poljoprivredne politike prema očuvanju tradicijski dobivenih sorata.
 27. Stjepanović M., Gantner R., Bagarić H., Radan Z., Marincel I., Koričić Z. (2011). Prinos zelene mase i korištenje sudanske trave kod naknadne sjetve, Proceedings. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture, Opatija. 732-735.
 28. Sowinski, J., Szydelko, E. (2011.): Growth rate and yields of a sorghum-sudangrass hybrid variety grown on a light and a medium-heavy soil as affected by cutting management and seeding rate. Polish Journal of Agronomy 4:23–28.
 29. Tae Jeon, B., Moo Lee, S. (2005.): Effect of Cutting Times according to Growth Stage in Sorghum×Sudangrass Hybrid on Frequence of Use, Growth Characteristics, Forage Production and Crude Protein Yield. Journal of Korean Grassland Science 25(1):33-42.
 30. Tremblay G.F., Belanger G., Drapeau R. (2005). Nitrogen fertilizer application and developmental stage affect silage quality of timothy (*Phleum pratense* L.). Grass and Forage Science 60:337-355.
 31. Uher, D., Štafa, Z., Konjačić, M., Komesarović, M., Gršić, K., Županac, G. (2009.): Utjecaj roka košnje na gospodarska svojstva krmnog sirka Grazer N. Mljekarstvo 59(1):56-64.
 32. Uher, D. Sudanska trava za krmu. 16.11.2011.
<https://www.agroklub.com/ratarstvo/sudanska-trava-za-krmu/5939/> 11.12.2017.
 33. Vranić, M., Bošnjak K., Kvesić B., Čačić I. (2014) Utjecaj visine košnje na prinos suhe tvari i hranjivost silaže hibrida sirka i sudanske trave [*Sorghum bicolor* (L.) Moench × *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.]. Zbornik radova 49. hrvatskog i 9. međunarodnog simpozija agronoma, 434-438.
 34. Worker, G. F., Marble, Verm, L. (1968.): Comparison of Growth Stages of Sorghum Forage Types 1as to Yield and Chemical Composition. Agronomy Journal 60:669-672.

35. Weston, L. A., Harmon, R., Mueller, S. (1989.):
Alelopathic potential of sorghum sudan grass hybrid (Sudex). *Journal of Chemical Ecology* 15(6).

10. SAŽETAK

Sudanska trava je kultura koja se odlikuje visokim prinosima i hranjivim vrijednostima. Iznenadujuće je da zapravo zahtijeva vrlo skromne uvijete za uspijevanje, što ju čini idealnom kulturom za ekološki uzgoj. Može se uzgajati i kao postrni usjev jer štiti tlo od insolacije i vjetrova te mu tako čuva strukturu, obogaćuje tlo organskom tvari, sprječava širenje bolesti i štetnika. Sudanska trava, Sirak i njihovi hibridi su otporni na sušu pa predstavljaju dobru alternativu višegodišnjim travnatim vrstama u kompenzaciji pada produktivnosti u sušnom dijelu godine. Odlikuju se visokim prinosima suhe tvari, kako u postrnim tako i u glavnim rokovima sjetve. Naročito je zanimljivo što sudanska trava zasijana kao postrni usjev ne ugrožava proizvodnju hrane za ljude i životinje. Zbog izrazito visokog prinosa zelene mase, sudanska trava postaje zanimljiva kultura koja može zamijeniti silažni kukuruz u bioplinskim postrojenjima. Dokazano je da se dodavanjem sudanske trave, radi poboljšanja svojstava gnojovke, a u cilju proizvodnje bioplina, povećana je količina proizvedenog bioplina za 32 %. Statistički značajne razlike u koncentraciji metana između skupina nisu utvrđene, tj. dodavanjem biomase ne ugrožava se energetska kakvoća bioplina.

Ključne riječi: Sudanska trava, prinosi, ekološki uzgoj

11. SUMMARY

Sudan grass is a high-yield culture that is rich in nutrients. Since it does not require a lot to grow, it is an ideal culture for ecological cultivation. It can be grown as a cover crop because it protects the soil from insolation and wind thus preserving its structure, it increases soil organic matter levels, and it prevents the spread of certain diseases and pests. Sudan grass and its hybrids are drought resistant which makes them a great alternative to perennial plants – Sudan grass and its hybrids compensate for the decrease in productivity during the drought periods. They are capable of producing high amount of dry matter during the harvest of both the cover crops and cash crops. What is also interesting is that Sudan grass, when grown as a cover crop, does not have a negative effect on the production of food for people or forage for animals. Since it produces a great amount of yields, Sudan grass is an interesting alternative to using corn silage in biogas plants. It has been proven that the amount of generated biogas can be increased up to 32 % by adding the Sudan grass to improve the effects of manure in biogas production. There was no statistically significant difference in methane concentration between the groups, which means that the quality of biogas was in no way affected by adding the biomass.

Keywords: Sudan grass, yields, eco-farming

12. POPIS TABLICA

Tablica1. Sorte sudanske trave dostupne na EU sortnoj listi	6
Tablica 2. Hibridi sirka i sudanske trave dostupni na EU sortnoj listi	8
Tablica 3. Hranidbena vrijednost nadzemne mase sudanske trave i silaže nadzemn mase (Izvor: Gantner, R. i sur. 2009.)	16
Tablica4. Rezultati kombinirane analize varijacije za pokazatelje hranjivosti silaže (Vranić, M. i sur.)	21
Tablica 5. Prinos bioplina po ha u ovisnosti s prinosom biomase (Kralik, D. 2009.).....	23

13. POPIS SLIKA

Slika 1. Sudanska trava.....	13
------------------------------	----

14. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Proizvodnja sjemena sudanske trave sa EU sortne liste po EU zemljama.....	7
Grafikon 2. Proizvodnja sjemena hibrida sirka i sudanske trave sa EU sortne liste po EU zemljama.....	9
Grafikon 3. Prosječna ukupna proizvodnja bioplina	23

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

Diplomski rad

Sveučilišni diplomski studij, smjer Ekološka poljoprivreda

Mogućnosti upotrebe sudanske trave u ekološkom ratarenju

Marija Marić

Sažetak: Sudanska trava je kultura koja se odlikuje visokim prinosima i hranjivim vrijednostima. Iznenadujuće je da zapravo zahtijeva vrlo skromne uvijete za uspješnije, što ju čini idealnom kulturom za ekološki uzgoj. Može se uzgajati i kao postrni usjev jer štiti tlo od insolacije i vjetra te mu na taj način čuva strukturu, obogaćuje tlo organskom tvari, sprječava širenje bolesti i štetnika. Sudanska trava, Sirak i njihovi hibridi su otporni na sušu pa predstavljaju dobru alternativu višegodišnjim travnatim vrstama u kompezaciji pada produktivnosti u sušnom dijelu godine. Odlikuju se visokim prinosima suhe tvari, kako u postrnim tako i u glavnim rokovima sjetve. Naročito je zanimljivo što sudanska trava zasijana kao postrni usjev ne ugrožava proizvodnju hrane za ljude i životinje. Zbog izrazito visokog prinosa zelene mase, sudanska trava postaje zanimljiva kultura koja može zamijeniti silažni kukuruz u bioplinskim postrojenjima. Dokazano je da se dodavanjem sudanske trave, radi poboljšanja svojstava gnojovke, a u cilju proizvodnje bioplina, povećana je količina proizvedenog bioplina za 32 %. Statistički značajne razlike u koncentraciji metana između skupina nisu utvrđene, tj. dodavanjem biomase ne ugrožava se energetska kakvoća bioplina.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

Mentor: Bojan Stipešević

Broj stranica: 33

Broj grafikona i slika: 4

Broj tablica: 5

Broj literaturnih navoda: 35

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: Sudanska trava, prinosi, ekološki uzgoj

Datum obrane: 28.08.2019.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Prof. dr. sc. D. Jug
2. Prof. dr. sc. B. Stipešević
3. Doc. dr. sc. B. Brozović

Rad je pohranjen u: Knjižnici fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, Sveučilište u Osijeku, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Graduate thesis

University Graduate Studies, Organic agriculture

Possibilities of Sudan grass use in organic farming

Marija Marić

Abstract: Sudan grass is a high-yield culture that is rich in nutrients. Since it does not require a lot to grow, it is an ideal culture for ecological cultivation. It can be grown as a cover crop because it protects the soil from insolation and wind thus preserving its structure, it increases soil organic matter levels, and it prevents the spread of certain diseases and pests. Sudan grass and its hybrids are drought resistant which makes them a great alternative to perennial plants – Sudan grass and its hybrids compensate for the decrease in productivity during the drought periods. They are capable of producing high amount of dry matter during the harvest of both the cover crops and cash crops. What is also interesting is that Sudan grass, when grown as a cover crop, does not have a negative effect on the production of food for people or forage for animals. Since it produces a great amount of yields, Sudan grass is an interesting alternative to using corn silage in biogas plants. It has been proven that the amount of generated biogas can be increased up to 32 % by adding the Sudan grass to improve the effects of manure in biogas production. There was no statistically significant difference in methane concentration between the groups, which means that the quality of biogas was in no way affected by adding the biomass.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek

Mentor: Bojan Stipešević

Number of pages: 33

Number of figures: 4

Number of tables: 5

Number of references: 35

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Keywords: Sudan grass, yields, eco-farming

Thesis defended on date: 28.08.2019.

Reviewers:

1. Prof. dr. sc. D. Jug
2. Prof. dr. sc. B. Stipešević
3. Doc. dr. sc. B. Brozović

Thesis deposited at: Library; Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1